

THUẬT PHÓNG TRONG MÔI TRƯỜNG NƯỚC CỦA ĐẠN ĐDN-M1

INTERNAL BALLISTICS OF THE ĐDN-M1 PROJECTILE IN UNDERWATER ENVIRONMENT

Đào Văn Đoàn^{1,*}, Nguyễn Văn Dương²

¹Khoa Vũ khí, Học viện Kỹ thuật quân sự

²Tiểu đoàn 2, Học viện Kỹ thuật quân sự

*Email: doandv@lqdtu.edu.vn

TÓM TẮT

Bài báo đã trình bày phương pháp xác định quy luật áp suất, vận tốc của đầu đạn ĐDN-M1 trong nòng súng khi bắn dưới nước có tính đến hiện tượng phá hủy chi tiết bịt kín và dẫn hướng ban đầu cho đầu đạn khi chuyển động trong nòng. Kết quả bài báo chính là cơ sở để tính toán thiết kế đạn bắn dưới nước ĐDN-M1 dùng cho súng bắn hai môi trường trang bị cho lực lượng đặc công nước, người nhái.

Từ khóa: Súng bắn hai môi trường; Đạn bắn dưới nước.

ABSTRACT

The paper presents a method for determining the pressure and velocity laws of the DDN-M1 bullet in the amphibious firearm barrel when fired underwater, taking into account the destruction of the sealing details and the initial guidance of the projectile when moving in the barrel. The results of the article are the basis for calculating the design of underwater projectiles DDN-M1 for amphibious firearm equipped for water special forces and frogmen.

Keywords: Amphibious firearm; Projectile in underwater environment.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

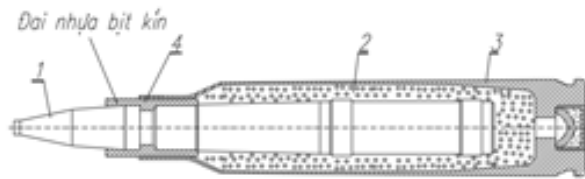
Nghiên cứu bài toán thuật phóng trong của đạn bắn dưới nước dùng cho súng bắn hai môi trường là một trong các bài toán cơ bản và quan trọng trong nghiên cứu thiết kế, chế tạo đồng bộ súng bắn hai môi trường và đạn bắn dưới nước trang bị cho lực lượng đặc công nước, người nhái. Trong bài báo này tập trung vào nghiên cứu quy luật áp suất và chuyển động của đầu đạn bắn dưới nước khi chuyển

động trong nòng có tính đến sự phá hủy của chi tiết bịt kín và dẫn hướng ban đầu gây ra hiện tượng thoát khí qua khe hở giữa đầu đạn và thành nòng. Đây chính là điểm mới trong bài báo này.

2. XÂY DỰNG MÔ HÌNH TÍNH TOÁN

Khi thực hiện phát bắn đạn ĐDN-M1 (Hình 1) dưới nước, quá trình xảy ra như sau:





Hình 1. Đầu đạn chuyên dụng bắn dưới nước ĐDN-M1:

1. Đầu đạn, 2. Thuốc phóng, 3. Vỏ liều, 4. Đai nhựa

Sau khi phát hỏa, dưới tác dụng của áp suất khí thuốc, đạn và đai nhựa cùng được tổng vào nòng. Đai nhựa trên đầu đạn có tác dụng miết vào lòng nòng, bịt kín không cho khí thuốc thoát ra và vừa bảo đảm đạn không có chuyển động quay. Tuy nhiên, do đai nhựa làm bằng vật liệu nhựa chịu lực kém, dưới tác dụng của áp suất khí thuốc và ma sát với lòng nòng, đai nhựa sẽ bị phá hủy trước khi đạn ra khỏi nòng và làm khí thuốc thoát ra khỏi khe hở giữa đầu đạn và thành nòng, gây ra hiện tượng giảm áp suất khí thuốc trong nòng. Quá trình bắn đạn dưới nước có thể chia làm hai giai đoạn:

- Giai đoạn 1: Từ khi đạn bắt đầu chuyển động tới khi đai nhựa bị phá hủy.

- Giai đoạn 2: Từ khi đai nhựa bị phá hủy đến khi đáy đầu đạn ra khỏi mặt cắt miệng nòng.

2.1. Các giả thiết

Từ mô hình chuyển động của đầu đạn khi bắn dưới nước (Hình 2), để đơn giản và thuận lợi trong quá trình tính toán, ngoài các giả thiết về thuật phóng trong thông thường, mô hình chuyển động của đạn bắn dưới nước được bổ sung thêm một số giả thiết sau:

- Thuốc phóng cháy theo quy luật hình học [1, 2, 3];

- Toàn bộ liều thuốc phóng cháy trong điều kiện môi trường có áp suất như nhau và bằng áp suất thuật phóng p ;

- Quy luật tốc độ cháy: $u = u_1 \cdot p$;

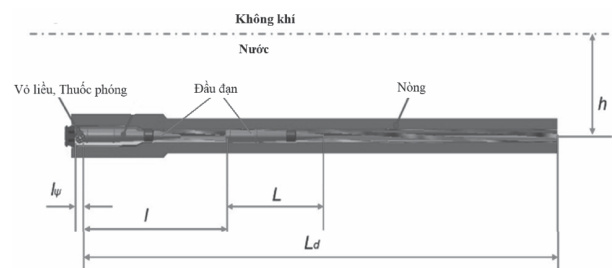
- Khối lượng đầu đạn tính bằng khối lượng thực của đầu đạn và khối lượng nước trong lòng nòng phía trước đạn [2];

- Vận tốc nước trong lòng nòng phía trước đầu đạn bằng vận tốc của đầu đạn [1, 5];

- Sự phá hủy đai nhựa diễn ra đột ngột và hoàn toàn khi áp suất trong nòng đạt đến áp suất phá hủy của nhựa;

- Lượng khí phụt qua khe hở không làm thay đổi khối lượng cột nước trong lòng nòng;

- Bỏ qua ảnh hưởng của bọt khí do hiện tượng phụt khí trong lòng nòng.



Hình 2. Mô hình chuyển động của đầu đạn trong nòng khi bắn dưới nước (L_d - Chiều dài nòng, L - Chiều dài đầu đạn, l - Quãng đường chuyển động của đầu đạn)

2.2. Thành lập hệ phương trình vi phân thuật phóng khi bắn dưới nước

Từ các giả thiết trên, ta xây dựng được hệ phương trình vi phân thuật phóng trong [1, 2, 3, 4, 5] cho đạn ĐDN-M1 bắn dưới nước trên súng hai môi trường như sau:

$$\begin{cases} \frac{dl}{dt} = \xi_1 \xi_3 v \\ S \left(\frac{p + \frac{\omega D}{3mS}}{1 + \frac{\omega}{3m}} \right) - D \\ \frac{dv}{dt} = \xi_1 \xi_3 \frac{S \left(\frac{p + \frac{\omega D}{3mS}}{1 + \frac{\omega}{3m}} \right) - D}{m} \\ D = (p_{atm} + \rho g h) S + \frac{1}{2} \rho v_d^2 S + \frac{1}{2} C_f \rho v_d^2 \pi d (l_b - l_d - l) \\ m = m_d + \rho S (l_b - l_d - l) \\ \frac{dz}{dt} = \xi_2 \frac{p}{I_k} \\ \frac{d\omega_k}{dt} = \omega \frac{d\psi}{dz} \frac{dz}{dt} = \xi_2 \omega \chi (1 + 2\lambda z + 3\mu z^2) \cdot \frac{dz}{dt} - \xi_3 G_b - (1 - \xi_3) G_d - \xi_5 G_r \\ \frac{dW}{dt} = \xi_2 \frac{1 - \alpha \delta}{\delta} \chi \omega (1 + 2\lambda z + 3\mu z^2) \frac{dz}{dt} + \xi_3 S v_d \\ \frac{dp}{dt} = \frac{1}{W} \left[\xi_2 \frac{p}{I_k} \chi \omega f (1 + 2\lambda z + 3\mu z^2) - K_r p - kp \frac{dW}{dt} - K_r (1 - \xi_3) G_d - K_r \xi_4 G_b - K_r \xi_5 G_r \right] \\ p = \frac{f \omega W - \theta (L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5)}{S (l_v + l)} \end{cases} \quad (1)$$

Trong đó: v - Vận tốc đầu đạn; p - Áp suất khí thuốc; S_d - Diện tích ngang lòng nòng; α - Cộng tích khí thuốc; f - Lực thuốc phóng; m_d - Khối lượng đầu đạn; ω - Trọng lượng thuốc phóng; ω_k - Trọng lượng khí thuốc; I_k - Xung lượng áp suất khí thuốc; χ, λ - Các đặc trưng hình dạng thuốc phóng; z - Độ dày tương đối của hạt thuốc; K_t - Hàm xác định tổn thất nhiệt; A - Tương đương cơ nhiệt; F_k - Diện tích bề mặt ban đầu của buồng đạn; d - Cỡ nòng; l - Quãng đường chuyển động của đạn trong nòng; R - Hằng số khí; σ_T - Hệ số truyền nhiệt không đổi; k - Chỉ số đoạn nhiệt; $W = W_0 + S_d \cdot l$ - Thể tích không gian sau đáy đạn; W_0 - Thể tích ban đầu buồng đạn; G_b - Lưu lượng khí chảy vào buồng khí; G_d - Lưu lượng khí phụt qua miệng nòng; G_r - Lưu lượng khí phụt qua khe hở giữa đạn và lòng nòng.

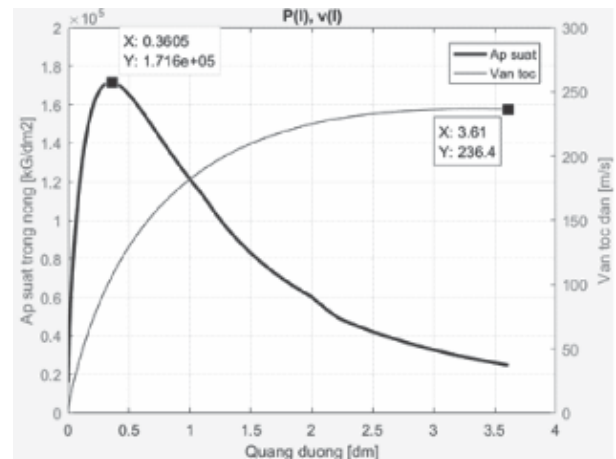
$$G_r = \mu_r \cdot S_r \sqrt{\frac{p \omega_k}{w}} \cdot [\xi_r A_1 + (1 - \xi_r) A_2] \quad (2)$$

Trong đó: μ_r - Hệ số lưu lượng dòng chảy; S_r - Diện tích tiết diện chảy; ξ_r - Biên điều khiển xác định trạng thái dòng chảy; A_1, A_2 - Hệ số dòng chảy trên âm, dưới âm.

2.3. Giải bài toán thuật phóng trong và kết quả

Giải hệ phương trình vi phân vi phân

thuật phóng trong (1) của đạn bắn dưới nước trên súng hai môi trường bằng thuật toán Runge-Kutta bậc 4 [3]. Với các thông số đầu vào cơ bản như $d = 5,56\text{mm}$; $m_d = 20\text{g}$; $L = 48\text{mm}$; $W_0 = 2.10^{-3}\text{dm}^3$; $L_d = 361\text{mm}$; $\omega = 0,85\text{g}$, ta nhận được quy luật thay đổi vận tốc của đầu đạn và quy luật áp suất ở trong nòng khi đầu đạn chuyển động trong nòng ở dưới nước như hình 3:



Hình 3. Đồ thị áp suất và vận tốc đầu đạn theo chiều dài nòng

Từ kết quả hình 3, ta nhận được áp suất lớn nhất trong nòng: $P_{\max} = 1716 \text{ kG/cm}^2$ và vận tốc đầu đạn tại miệng nòng: $V_d = 236,4 \text{ m/s}$.

3. THỬ NGHIỆM VÀ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ

3.1. Thử nghiệm bắn đo áp suất khí thuốc ở dưới nước

Dùng nòng thử nghiệm đo áp suất chuyên dụng chiều dài 361mm bắn đo áp suất được kẹp chặt trên giá chuyên dụng dưới nước ở độ sâu 0,8m; lắp trụ đồng $\phi 3 \times 4,9\text{mm}$ dự áp 1000 kG/cm^2 . Bắn 10 viên đạn đo áp lấy giá trị áp suất trung bình.

- Kết quả kiểm tra: $P_{\max TB} = 1690 \text{ kG/cm}^2$.

3.2. Thử nghiệm bắn đo vận tốc đầu đạn ở dưới nước

Dùng nòng thử nghiệm chuyên dụng đo vận tốc chiều dài 361mm bắn đo vận tốc được kẹp chặt trên giá chuyên dụng dưới nước ở độ sâu 0,8m; sử dụng bia đứt dây và thiết bị đo thời gian UTC-8 (bia thứ nhất cách miệng nòng 0,8 m, bia thứ hai cách bia thứ nhất 1m). Bắn 20 viên đạn đo vận tốc $V_{1,3TB}$ lấy giá trị trung bình.

- Kết quả kiểm tra: $V_{1,3TB} = 230,8$ m/s.

3.3. Nhận xét và kết luận

Từ kết quả tính toán lý thuyết, ta nhận được áp suất lớn nhất trong nòng: $P_{max} = 1716$ kG/cm² và vận tốc đầu đạn tại miệng nòng: $V_d = 236,4$ m/s. So sánh với giá trị thử nghiệm áp suất lớn nhất trung bình của nhóm bắn $P_{maxTB} = 1690$ kG/cm² và kết quả đo vận tốc trung bình $V_{1,3TB} = 230,8$ m/s cho thấy mô hình tính toán thuật phóng trong có kể đến sự phá hủy của chi tiết nhựa bịt kín là phù hợp, đảm bảo tính chính xác, tin cậy khi tính toán thiết kế chế tạo đồng bộ súng hai môi trường và đạn bắn dưới nước trang bị cho lực lượng đặc công nước, người nhái.

3. KẾT LUẬN

Bài báo đã trình bày phương pháp xác định quy luật áp suất, vận tốc của đầu đạn ĐDN-M1 trong nòng súng bắn hai môi trường khi bắn dưới nước có tính đến hiện tượng phá hủy chi tiết bịt kín và dẫn hướng ban đầu cho đầu đạn khi chuyển động trong nòng. Kết quả bài báo cho thấy mô hình tính toán thuật phóng trong có kể đến sự phá hủy của chi tiết nhựa bịt kín là phù hợp, đảm bảo tính chính xác, tin cậy khi tính toán thiết kế chế tạo đồng bộ súng hai

môi trường và đạn bắn dưới nước trang bị cho lực lượng đặc công nước, người nhái. ❖

Ngày nhận bài: **15/10/2025**

Ngày phản biện: **27/10/2025**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Đào Văn Đoan, Hà Huy Nguyễn, Nguyễn Văn Hưng, Mai Quốc Chiên, Nguyễn Sỹ Hòa (2011), “*Mô hình tính toán sự chuyển động của đạn khi bắn dưới nước*”. Tạp chí Khoa học và Kỹ thuật, số 145, Học viện Kỹ thuật quân sự.
- [2]. Đào Văn Đoan và Nguyễn Văn Hưng (2014), “*Xây dựng mô hình tính toán thuật phóng ngoài đạn bắn dưới nước*”. Tạp chí Khoa học và Quân sự, Học viện Kỹ thuật quân sự (163), tr.114-122.
- [3]. Nghiêm Xuân Trinh, Nguyễn Quang Lượng, Nguyễn Trung Hiếu và Ngô Văn Quảng (2015), “*Thuật phóng trong*”. Học viện Kỹ thuật quân sự, Hà Nội.
- [4]. Vũ Duy Quang (2006), “*Thủy khí động lực ứng dụng*”. Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.
- [5]. Richard Rand, Rudra Pratap, Deepak Ramani, Jeffery Cipolla, Ivan Kirschner (1997), “*Impact dynamic of a supercavitating underwater projectile*”. DOI: 10.1115/DETC97/VIB-3929.